

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-222564

(43)Date of publication of application : 26.08.1997

(51)Int.Cl.

G02B 17/08

G03B 13/06

(21)Application number : 08-063626

(71)Applicant : SEKINE JIRO

(22)Date of filing : 15.02.1996

(72)Inventor : SEKINE JIRO

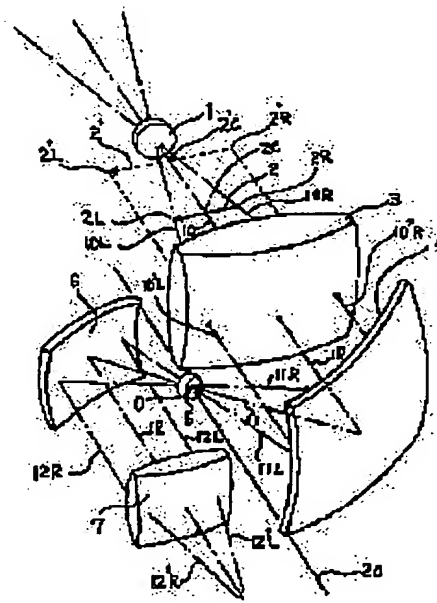
(54) ERECT OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain small, lightweight, and inexpensive observation optical equipment by constituting the equipment so that main light beams are made incident on a 2nd parabolic surface and reflected to become a parallel light beam and reach an ocular.

SOLUTION: All luminous flux after the main light beams 10, 10'L, and 10'R are made parallel by passing through a parallelizing lens 3 is adjusted and made incident on a 1st parabolic mirror 4. The 1st parabolic mirror 4 has its parabolic surface axis 20 parallel to the 1st optical axis 10 of this observation optical system, the focus O of its parabolic surface is positioned outside the luminous flux which is made incident on the parabolic mirror 4, and the parabolic surface is so sized to spread around the optical axis 10 of the observation optical system so that the luminous flux from an object image 2 is effectively reflected. Then main light beams 11, 11L, and 11R which are reflected and converted into convergent light beams are made incident on an image-side control lens 5

provided at the focus O of the 1st parabolic mirror 4 to pass through it, and then cross one another to become divergent light beams, which are made incident on the 2nd parabolic surface 6 and diverged to become main light beams 12, 12L, and 12R which are parallel to the axis 20 of the parabolic mirror and also parallel to one another, so that they are made incident on the ocular 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-222564

(43) 公開日 平成9年(1997)8月26日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	17/08		G 0 2 B	17/08 Z
G 0 3 B	13/06		G 0 3 B	13/06

審査請求 未請求 請求項の数7 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-63626

(22) 出願日 平成8年(1996)2月15日

(71) 出願人 393000607

関根 二郎

埼玉県越谷市大字下間久里886-47番地

(72) 発明者 関根 二郎

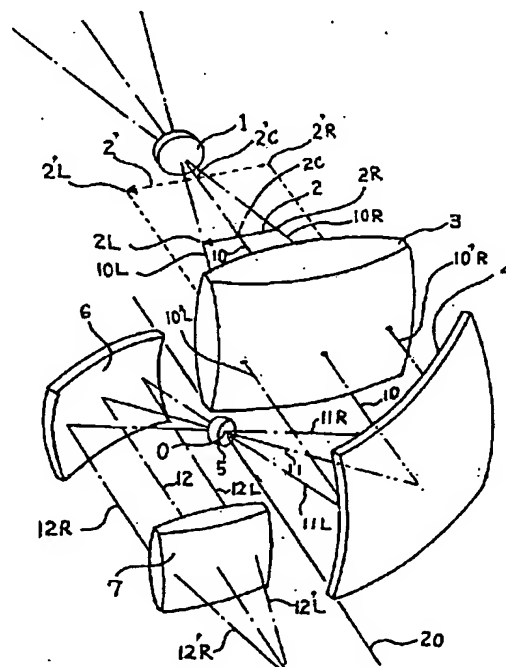
埼玉県越谷市大字下間久里886-47番地

(54) 【発明の名称】 正立光学系

(57) 【要約】

【目的】 従来の正立光学系と比べて格段に小型で、軽い本発明の正立光学系の採用により、小型、高性能、安価な観察光学機器又はカメラを提供できる。小型化の度合いを光路長で比較するなら従来の48～54%に短縮される。

【構成】 主光線平行化レンズ3と接眼レンズ7の間のZ型に折れ曲がる光軸10、11、12の屈折点に、焦点と軸を大略共有し互いに凹面を向け合う第一、第二の放物面鏡4、6と、前記焦点付近に配置され、像面湾曲収差を有する像面制御レンズ5を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】被観察像から放射される光束の中心に位置する第一の光軸に対して、放物面軸が平行で、かつ放物面焦点が前記光束の光路外に位置し、前記第一の光軸を中心として広がり、前記光束に対し凹面側を向ける第一の放物面鏡、

前記第一の光軸が前記第一の放物面鏡により反射されて生成する第二の光軸上の前記第一の放物面鏡の焦点位置に、第一主点が位置する像面制御レンズ、

前記像面制御レンズの第二主点に放物面焦点が位置し、第一の放物面鏡の放物面軸と平行な放物面軸を有し、前記第二の光軸を中心として広がり、かつ光束に対し凹面を向ける第二の放物面鏡、および前記第二の光軸が前記第二の放物面鏡によって反射されて生成し、前記第一の光軸と平行な第三の光軸上に設けられた接眼レンズを備えたことを特徴とする正立光学系。

【請求項2】被観察像を構成する各像点から放射される主光線を平行光線に換える主光線平行化レンズを、前記第一放物面の前記被観察像側に備えたことを特長とする請求項1記載の正立光学系

【請求項3】前記像面制御レンズが像面湾曲収差を有することを特長とする請求項1記載の正立光学系

【請求項4】前記像面制御レンズの光軸が前記第二の光軸に対して傾きを有することを特長とする請求項1記載の正立光学系

【請求項5】前記第一、または第二の放物面鏡がプラスチックモールド成形されたことを特長とする請求項1記載の正立光学系

【請求項6】前記第一、または第二の放物面鏡が位置決め部材、または取付け固定部材とともに成形されたことを特長とする請求項1記載の正立光学系

【請求項7】前記第一と第二の放物面鏡が同時一体成形されたことを特長とする請求項1記載の正立光学系

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は観察光学機器の光学系に関し、詳細には望遠鏡、双眼鏡、カメラのファインダー光学系等の観察像正立化手段に関するものである。

【0002】

【従来の技術】望遠鏡、双眼鏡、カメラのファインダー光学系等における観察像正立化手段で、光束が入射する方向と観察する方向が大略一致する正立化手段は下記がある。

(1)プリズム(稀に一部を反射鏡で代替)手段

①ポロプリズム

②アッペプリズム

③ダハ面付きペカンプリズム

④ダブルアミチ(ドーブ)プリズム

⑤ダハ面付き直角プリズム+ペンタプリズム

⑥直角プリズム+ペンタゴナルダハプリズム

⑦カールツアイスプリズム

⑧ゲルツプリズム

⑨リーマンプリズム

▲10▼Bauernfeind複合プリズム

(2)レンズ手段

①リレイレンズ光学系

【0003】観察光学機器の特性、形態に応じて前記の各正立光学系手段が選択されているが、一般的には、望遠鏡、双眼鏡には①ポロプリズムまたは③ダハ面付きペカンプリズムが使われ、一眼レフレックスカメラには、揺動ミラーを含めて考えるなら、⑥直角プリズム+ペンタゴナルダハプリズムが変形されて使われていると見做され、映画撮影機やライフルスコープには▲10▼リレイレンズ光学系が使われる。撮影光学系とは独立したファインダー光学系を有し、かつ対物レンズにより生成する被写体像を観察する実像式ファインダー光学系を有するカメラにあつては、像の正立化手段として、①ポロプリズム、⑤ダハ面付き直角プリズム+ペンタプリズム、⑥直角プリズム+ペンタゴナルダハプリズム等が採用されている。

【0004】携帯光学機器に使用する正立光学系は、得られる像質が高品質であることは当然のこととして、小型であることが必須条件であり、一般ユーザーが用いる光学製品の場合には製造原価が安いことがさらに必須条件として加わる。ガラス製プリズムは、材料の光学ガラスが高価であること、プリズムの研磨工程のコストが嵩むことから、高価である。特にダハ面付きプリズムの研磨は厳格な精度管理が、また稜線の完全さが要求されることからさらに製造コストが大となり、製造原価の観点からは大きな障害を背負っている。近來、光学材料としてプラスチックの発達は著しく、プリズムの製造もプラスチックのモールド成形で行なわれることもあるが、望遠鏡、双眼鏡、一眼レフレックスに使われる大きさのものは、モールド成形時のプラスチック材料の冷却時間差に起因する局所収縮即ち所謂ヒケの発生の影響を大きく受けるため、実用化に困難が伴う。正立光学系としてのリレイレンズ系は、リレイレンズ及びフィールドレンズをプラスチックで安価に成形することが可能ではあるが、長い光路長を必要とすることから、前後に長い本体を有するライフルスコープや映画撮影機等、使用する範囲は限定される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記事情に鑑み従来の望遠鏡、双眼鏡、カメラのファインダー等の高品質の観察光学機器または観察光学系ユニットを小型軽量にまとめ、安価に提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記本発明の目的を達成する光学系は、

(1)被観察像を構成する各像点から、接眼レンズ方向

に向かって放射される、各々の光束内の主光線を平行化する主光線平行化レンズ

(2) 被観察像から接眼レンズに向かって放射される全有効光束の中心に位置する観察光学系の第一の光軸に対して、放物面軸が平行で、かつ放物面焦点が前記全有効光束の光路外に位置し、観察光学系の前記第一の光軸を中心として広がりかつ入射光束に対し凹面側を向ける第一の放物面鏡

(3) 観察光学系の前記第一の光軸が前記第一の放物面鏡により反射されて生成する観察光学系の第二の光軸上の、前記第一の放物面鏡の放物面焦点位置に、その第一主点が位置し、ある場合には観察光学系の前記第二の光軸と、その光軸が一致しないように配置された像面制御レンズ

(4) 前記像面制御レンズの第二主点に放物面焦点が位置し、第一の放物面鏡の放物面軸と平行な放物面軸を有し、観察光学系の前記第二の光軸を中心として広がり、かつ入射光束に対し凹面側を向ける第二の放物面鏡

(5) 観察光学系の前記第二の光軸が前記第二の放物面鏡によって反射され、観察光学系の前記第一の光軸と平行になるように生成された観察光学系の第三の光軸上に設けられた接眼レンズを備えたことを特徴とする。

【0007】被観察像は、望遠鏡または双眼鏡の対物レンズ等により生成する物体像でもよいし、一眼レフレックスカメラの撮影レンズにより生成する被写体像であってもよい。撮影光学系とは別の光学系から成るファインダー光学系を有するカメラにおいては、ファインダー対物レンズにより生成した被写体像であってもよいし、またある場合には顕微鏡対物レンズによる物体像であってもよい。被観察像は、前記対物レンズまたは撮影レンズ等屈折光学系により生成する物体像ばかりではなく、反射望遠鏡等の反射光学系、さらには反射、屈折混合型のカタディオプトリック光学系によって生成される物体像であってもよい。即ち、適用される観察像の生成手段、像の用途、像の種類・性質は一切問わない。

【0008】一般に対物レンズ等により生成する物体像の光束は結像後、発散光束となるから、接眼レンズの入射瞳に光束を集めるために、対物レンズの瞳像を接眼レンズの入射瞳位置に生成させるフィールド（視野）レンズを、物体像位置付近に設けるのが通例である。本発明の観察像正立化手段においても、物体像からの光束を接眼レンズに有効に集めるための光学手段は必要であるが、さらに、もう一つ機能を加える必要がある。

【0009】本来、放物面鏡を像生成手段として使用する場合、平行光束に対して球面収差がゼロになる。有限距離にある被観察像から発する光束中の全ての光線を平行化することは出来ないが、主光線（被観察像を構成する像点のうちのある1点から発し、接眼光学系の入射瞳に入射する光束の中心に位置する光線）を平行化することにより、収差を少なくすることが出来る。

【0010】本発明の観察像正立化手段においては、前記理由により、収差を押さえるために、平行な主光線を有する光束を第一の放物面鏡に入射させることが望ましい。主光線を平行化する主光線平行化レンズ（以後平行化レンズとする）は、物体像位置付近乃至は、物体像と第一の放物面鏡の間に配置してもよい。物体像を形成する光束の主光線が既に大略平行になっている、テレセントリックタイプの光学系を対物レンズとして採用するなら前記平行化レンズを配置する必要はない。

【0011】また、ある場合には、一旦像を形成した後、発散に転じた発散光束を、主光線が平行な（太い）光束に換える凸の平行化レンズを、被写体像から離れた第一放物面鏡寄りの位置に設けてもよい。

【0012】第一放物面に比し物体像が大きい場合は、光束を絞り全体として収斂光束とする第一の凸（正）レンズを物体像位置付近にまず設け、収斂光束を主光線が平行な（細い）光束に換える凹（負）の第二の平行化レンズを、第一放物面の近傍に設けてもよい。即ち、平行化レンズは複数枚で構成されてもよい。

【0013】平行化レンズは、射出される主光線が平行光線になるように配置された、一種のフィールドレンズであると云えるし、対物レンズと前記平行化レンズをひくくめて考えるなら、一種のテレセントリック光学系を形成しているとも云える。

【0014】平行化レンズはガラス製でもよいが、安価なプラスチック製としてもよいし、また、非球面レンズとしてもよいし、被観察像の近傍に設けられる場合には、フレネルタイプレンズとしてもよい。

【0015】第一放物面鏡は、その焦点を前記第一放物面に入射する全有効光束の光路外に位置させるようにするため、放物面の軸から外れた部分を使う。

【0016】本放物面鏡はプラスチックのモールド等による成形方法で成形し、表面を銀、アルミニウム等で鏡面処理する製造方法を採用してもよい。また、取り付け、位置決めのための形状を同時に成形することが望ましいが、成形時のヒケ防止のため、放物面鏡の部分は可能な限り均一な厚さとし、位置決めや取り付けの機能部は、使用する放物面鏡の範囲から外れたところに設けることも、良好な放物面鏡を得る望ましい手段である。また第一、第二の放物面鏡を同時一体成形することも望ましい製造方法である。

【0017】放物面鏡の傷付きを防止するため、表面に硬い透明物質でコーティングを施すことや、また反射率を高めるコーティングを施すことも望ましい手段である。

【0018】第一放物面の焦点付近に設けられる像面制御レンズは、単レンズでもよいし、複数枚の要素から成る複合レンズでもよい。また全ての面乃至一部の面に非球面を用いてもよい。レンズ素材は、ガラスでもよいし、プラスチックでもよい。一般的には像面制御レンズ

の光軸は前記第二の光軸に一致するように設けられるが、後述するように、前記第二の光軸に対し傾けて設けてもよい。

【0019】本像面制御レンズは、観察される像の像面、詳細には第二の放物面により生成する、前記被観察像の虚像面を平坦化するために、本像面制御レンズに対して凹の像面湾曲を持たせることも望ましい実施形態のひとつである。

【0020】第二の放物面鏡は、放物面軸が第一の放物面鏡の軸と平行であり、放物面焦点が第一の放物面鏡の焦点と大略一致、乃至は像面制御レンズの第二主点に一致し、互いに凹面側を向け合せて配置され、全有効光束をカバーする大きさを有する。

【0021】第二の放物面鏡の製造方法、鏡面の処理方法、取り付け・位置決めのために必要とされる機械的形狀の成形方法等は、前記第一の放物面鏡と基本的に変わるところはない。

【0022】本正立光学系の接眼レンズは、一般の観察光学系に用いられる接眼レンズと、基本的に変わるものではない。但し、放物面反射鏡を使用することから生ずる特性、例えば第二の放物面によって生ずる虚像の湾曲を補正することなどが必要な場合があるが、これらに必要なとされる技術は従来の公知の技術で対応できる。

【0023】

【作用】観察光学系における正立光学系の作用は、被観察像から発する全有効光束を、光軸に対し180度回転させる作用に他ならない。本発明の作用を、被観察像を構成する各点から発する主光線の光路について説明する。被観察像を構成する各像点から発し、平行化レンズにより平行光線に整えられた主光線は、第一の放物面鏡で反射され、第一の放物面鏡の焦点付近に設けられた像面制御レンズを通過すると同時に交差し、第二の放物面鏡に入射し反射され、平行光線となり、接眼レンズに到る。前記の光路を経由することにより、被観察像から発した主光線の光路は光軸を中心として、180度回転する。

【0024】次に本発明の観察光学系において、各光学要素によるリレイ像の位置と像面について説明する。被観察像を構成する各像点から発し、平行化レンズを通過して、主光線が平行化された光束は、第一の放物面鏡により反射され、像面制御レンズを通過し、像面制御レンズと第二の放物面の間に、被観察像のリレイ像を生成する。像面制御レンズの詳細は実施例で述べるが、ここでは像面制御レンズの像面が、像面制御レンズに対して凹の像面湾曲（収差）を持たせることにより、第二の放物面によって生成される虚像面を平坦化できること、及び像面制御レンズの焦点距離の長短により、前記虚像面の光軸に対する垂直度（倒れ）を制御できることを述べるにとどめる。

【0025】前記像面湾曲を有する像面制御レンズを通

過した光束は、像面制御レンズと第二の放物面鏡の間に、像面が像面制御レンズ側に凹の曲面を有する被観察像のリレイ像（実像）を形成する。湾曲した前記リレイ像から発する光束は、第二の放物面鏡により接眼レンズに向けて反射されるが、前記リレイ像は、本第二の放物面鏡により第二の放物面鏡の裏側に虚像として生成する。

【0026】第二の放物面鏡により生成する虚像の像面の平坦度は、像面制御レンズの像面湾曲（収差）の度合いによって制御できる。詳細は実施例で述べる。また、像面制御レンズの焦点距離の長さを調節することにより、第二放物面によって生成する虚像面の、前記第三の光軸に対する垂直度（倒れ）を制御することが出来る。さらにまた、像面制御レンズの光軸を、前記第二の光軸に対して、僅かに傾け設けることによっても、前記虚像面の倒れを制御することが出来る。

【0027】以上述べた如く、構成要素としては、2枚の放物面鏡と1枚の像面制御レンズ、またある場合には主光線平行化レンズが付加されるだけの構成である。これらの部品はすべて単純な形状で、かつプラスチック成形によって、容易に必要な精度を出すことができる光学要素である。

【0028】また、従来の正立光学系の光路長は、最も短いポロプリズムにおいても、通過する光束の太さの4.6倍、また頻繁に使用されるアミチプリズム+ペンタプリズムにおいては5.15～5.21倍の光路長を必要とするが、本発明の正立光学系は、後述の実施例の如く、2.5倍前後の光路長を必要とするに過ぎない。観察光学機器の正立光学系要素として、本発明の正立光学系を採用するなら、高精度でかつ小型の観察光学機器を安価に提供できることになる。

【0029】

【実施例】以下本発明の実施例について説明する。図1は本発明の光学系第1実施例の斜視図である。図1において、対物レンズ1は物体像2を生成する（説明の簡単化のために、水平方向物体像とした）。物体像2を構成する像点2C（観察光学系第一の光軸上の点像）、2L、2Rから発する主光線10、10L、10Rは主光線平行化レンズ3を通過して、平行光線10、10' L、10' Rになる。主光線平行化レンズ（以後平行化レンズと呼称）3は、一種のフィールドレンズであるが、射出する主光線が平行になるよう配置される。

【0030】前記平行化レンズ3の配置を詳述するならば、平行化レンズ3はその対物側焦点が対物レンズ1の像側主点と一致するように配置される。また平行化レンズ3により、物体像2は有限距離に虚像2'を生成する。平行化レンズ3は、前記の如く物体像2から離れた位置に配置されてもよいし、物体像2の位置に配置されてもよい。また、ある場合には後述の如く、凹レンズを用いることもある。要は平行化レンズ3を通過した主光

線が平行光線を成せばよい。

【0031】平行化レンズ3を通過して、主光線10、10' L、10' Rが平行光線に整えられた全光束は、光学系に適した太さの光束に調節され、第一の放物面鏡4に入射する。

【0032】第一の放物面鏡4は、その放物面の軸20が本観察光学系第一の光軸10（前記主光線10と一致）と平行であり、またその放物面の焦点0が本第一の放物面鏡4に入射する光束の外に位置し、その放物面の大きさは、物体像2からの光束を有効に反射させるように、観察光学の前記光軸10を中心に広がる。

【0033】第一の放物面鏡4により反射され、収斂光線に変換された主光線11、11 L、11 Rは、前記第一の放物面鏡4の焦点0に設けられた像面制御レンズ5に入射する。説明の簡単化のため、像面制御レンズ5は肉薄レンズとする。

【0034】像面制御レンズ5を通過するとき、収斂する主光線11、11 L、11 Rは交差し発散光線に換わ*

第一の放物面鏡4の放物面： $y = 1/64 \cdot x^2 - 16 \dots \textcircled{1}$

第二の放物面鏡6の放物面： $y = -1/40 \cdot x^2 + 10 \dots \textcircled{2}$

【0039】従って両放物面の頂点は下記の点に位置する。

第一の放物面鏡4の頂点：(0, -16)

第二の放物面鏡6の頂点：(0, 10)

【0040】光学系の光軸10、12（光束の中心光線と一致）は下記とする。

光軸10： $x = 18$

光軸12： $x = 11.3$

【0041】主光線10' Lと10' Rの間隔（第一の放物面4に入射する光束の横幅に大略相当）及び主光線12' Lと12' Rの間隔（第二の放物面6に入射する光束の横幅に大略相当）は下記の値とする。

間隔10' L-10' R：24.4ミリ

間隔12' L-12' R：15.3ミリ

【0042】焦点距離が29.64ミリの肉薄対物レンズ1は、肉薄対物レンズ1の中心が点(18, 50)に位置するように配置され、無限遠物体（図示せず）の肉薄対物レンズ1による生成像2は、 $y = 20.36$ 上に生成する。肉薄平行化レンズ3は、焦点距離が43.8ミリで、肉薄の平行化レンズ3の中心点が点(18, 6.2)に位置するように配置され、物体像2の平行化レンズ3による虚像2'は $y = 27.12$ 上に位置する。

【0043】像面制御レンズ5を設けない場合、虚像2'を構成する像点2' C、2' L、2' Rの、放物面鏡4によるレイ像は、著しく暴れた面になり、以後收拾がつかなくなる。図示はしないが、像点2' Lはx-y座標の第四象限遥か右遠方に虚像を生じ、像点2' C、2' RはX-Y座標の第二象限に実像を生ずる。

【0044】像面制御レンズ5は、第一の放物面鏡4だ

*り第二の放物面6に入射する。

【0035】発散する主光線11、11 L、11 Rは第二の放物面鏡6により、放物面鏡の軸20に平行に、かつ互いに平行な主光線12、12 L、12 Rとして反射され、接眼レンズ7に入射する。

【0036】図2は、図1に示した第一実施例の放物面鏡の軸20および光軸10、11、12を含む平面における断面図である。図2において、両放物面鏡4、6の一致させた焦点0を原点とするx-y座標面を設定し、本座標面上に各光学要素の横断面を配置し、光学要素及び生成像の関係位置を実寸法を与えて説明する。単位はミリとする。

【0037】図2等の説明において、実施例説明のために数式、数値を与えるが、本発明はここに与えた数値、数式に限定されるものではない。

【0038】前記放物面の焦点位置0を原点とするx-y座標において、両放物面鏡4、6の放物面は、放物面の軸を $x = 0$ とし、放物面の式を下記とする。

けでは暴れる像面を、目的に合う像曲面9に整え、接眼レンズ7から観察される、第二の放物面鏡6により生成する虚像面8を平坦化し、光軸12に対する倒れを少なくする機能を持つ。

【0045】図3に、像面が平坦な（像面湾曲収差がない）像面制御レンズ5の焦点距離を、7.5ミリ、8.5ミリ、10ミリの3段階種に変化させた場合の、生成する虚像の像面8を示す。

【0046】図3において、虚像面8-7.5は7.5ミリの像面制御レンズを用いた場合の、虚像面8-8.5は8.5ミリの像面制御レンズを用いた場合の、また虚像面8-10は10ミリの像面制御レンズを用いた場合の虚像面を示す。図3から、像面制御レンズ5の焦点距離が8.5ミリの場合、像面の傾きが少なくなる。即ち、焦点距離の長短により、像面8の倒れを制御できることが判る。但し、図から明らかなように、各虚像面8は全て、観察光学系の被観察像面として許容限界を越えると思われる、可成り大きい像面湾曲を有している。

【0047】虚像面8の像面湾曲は、像面制御レンズ5に像面湾曲を持たせることにより平坦化できる。図2に示す第1実施例は、像面制御レンズ5に像面湾曲を持たせて、虚像面8を平坦化している。図2に示す第1実施例における像面制御レンズ5は下記仕様である。

焦点距離 $f = 8.5$ ミリ

像面湾曲曲率半径 $r = 20.1$ ミリ（像面制御レンズ6側に凹）

但し、レンズ光軸は、原点0を中心に光軸12に対し、x-y平面上で0.4°時計方向に水平に振ってある。

【0048】前記仕様の像面制御レンズ5と、第一の放物面鏡4により、生成される被観察像2の実像面9は近

似的に下記の放物面上に生成される。

$$y = -1/19, \quad 6 \cdot x^2 + 4, \quad 9 \quad \dots \quad \textcircled{3}$$

【0049】上記③式の放物面上に生成された実像9は第二の放物面6により $y = 20, 7$ の付近に、平坦な像面を有する虚像8となる。

【0050】前記像面制御レンズ5は、肉薄レンズとして記述したが、実際には肉厚レンズになる。図4に、像面制御レンズ5を肉厚レンズとした場合の、像面制御レンズ5及び第一、第二放物面4、6の配置方法を示す。第一の放物面鏡4の焦点F1に像面制御レンズの第一主点H1が配置され、像面制御レンズ5の第二主点H2に第二の放物面鏡6の焦点F2が配置される。また、平行化レンズ3も肉薄レンズとして記述したが、実際には肉厚レンズとして何ら支障はない。

【0051】図1及び図2に示した実施例は、対物レンズ1を有する光学装置、例えば撮影光学系とは別のファインダー光学系を有するカメラ（所謂コンパクトカメラ）に適用した場合の実施例である。

【0052】次に一眼レフレックスカメラに本発明の正立光学系を適用した第二の実施例を図5に示す。撮影レンズ21から入射した被写体からの光束は、像観察時には光軸34に対して 45° 傾けて配置され、撮影時には撮影光学系光路から退避する揺動ミラー22により上方に反射され、ファインダースクリーン24上に被写体像を生成するが、これら撮影レンズ21、揺動ミラー22、ファインダースクリーン24からなる光学系は、従来の一眼レフレックスカメラと基本的には変わらない。

【0053】従来、一眼レフレックスカメラは、左右上下正しい姿勢の被写体像が観察できるように、ファインダースクリーンの上に、ペンタゴナルダハプリズムを設け、接眼レンズに光束を導いていた。図5に示す実施例においては、ペンタゴナルダハプリズムの替わりに、ミラー25と共に本発明の正立光学系を採用している。

【0054】集光作用を有するファインダースクリーン24から上方に発した光束は、ミラー25により、後方に反射され、平行化レンズ3に入射する。図5に示す平行化レンズ3は、凹（負）レンズであり、ファインダースクリーン24により収斂作用を受けた光束中の各主光線を平行光線に換える。

【0055】平行化レンズ3は、前記第一の実施例で述べた如く、正レンズの場合もあるし、或いはまた第二の実施例で述べた如く負レンズの場合もある。

【0056】平行化レンズ3を負レンズとした実施例における光路を図6に示す。図6において被写体像2から発する主光線10L、10Rは、ファインダースクリーンの集光作用を受け（ミラー25省略）平行化レンズ3に入射し、平行な主光線10'L、10'Rに変わり、被写体像2の虚像2'を生成する。以後接眼レンズ7までの光学系、及び光路は、図2に示す光路と基本的には変わらない。

【0057】大きく、重く、高価なペンタゴナルダハプリズムまたは、Bauernfeind複合プリズムの替わりに、前記両プリズムに比較し製造が容易かつ安価で、丈が30パーセント小さく、重さが少なくとも半減する本発明の正立光学系を採用することにより、小型でかつ安価な一眼レフレックスカメラが可能になる。

【0058】特に、60ミリ幅の所謂ブローニーフィルムを使用する中判カメラに、従来のペンタゴナルダハプリズムまたは、Bauernfeind複合プリズムを採用する場合は前記両プリズムの、大きく、重く、高価である欠点が著しく現われるが、本発明の正立光学系を採用するならば、前記欠点が大幅に軽減される。

【0059】次に、フランジバックを顕著に短縮くした、超小型の一眼レフレックスカメラに本発明の正立光学系を採用した実施例を、図7、図8に示す。写真フィルムやCCD等の画像面に生成する被写体像をファインダー光学系に導く技術手段については、U. S. Patent No. 5, 481, 324に詳細に記述されている。ここでは、超小型一眼レフレックスカメラの光学系について、本発明の正立光学系に導くための手段について概略を述べるにとどめる。

【0060】図7において、撮影レンズ21から入射し、プリズム31、及び32を通過した光束は、写真フィルム等の感光面の前面に配置されたフレネルミラー33により、上向き前方に反射され、プリズム面32bからプリズム32に入射し、プリズム面32aで後方上向きに全反射され、再びプリズム面32bで上向き前方に全反射され、銀鏡等の鏡面処理されたプリズム面32cで後方に反射され、プリズム32から射出される。撮影時は、フレネルミラー33は撮影光学系から上方へ平行移動退避し、被写体像は写真フィルム等の感光面に達する。

【0061】フレネルミラー33で収斂作用をうけた光束は、平行化レンズ3により主光線が平行光線となり、第一の放物面鏡4に入射する。

【0062】図8に、図7における撮影光学系光軸34を含む垂直断面と、観察光学系光軸12を含む垂直断面を重ね合わせて示す。図7、図8に示す正立光学系仕様は図6に示した正立光学系の仕様と大略同一である。但し後述するように、像面制御レンズ5が設置される姿勢がわずかながら異なる。

【0063】図8において、平行化レンズ3の後方から眺めると、倒立した被写体像2''が約 12° 手前に傾いて見える。この傾きは、図6に示した本発明の正立光学系を経由して眺めると、正立した被写体像8''が後傾して見える。この後傾は、ファインダー光学系への光束をフレネルミラー33により、撮影光学系の光軸34から外れた方向へ、取り出すことに起因する。

【0064】前記被写体像の後傾は、像面制御レンズ5の光軸5'を観察光学系の光軸11に対して傾けること

により、改善できる。図 8 において、前記の像面湾曲を有する像面制御レンズ 5 の光軸 5' の後方を約 7° 持ち上げるることにより、第二の放物面 6 で生成される虚像面 8 の後傾をなくし、ひいては接眼レンズ 7 から眺められる被観察像 8' の後傾をなくすることができる。

【0065】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明の正立光学系を採用することにより、従来の正立光学系を採用した場合に比べ、格段に小さく、軽く、安価な観察光学機器やカメラを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の正立光学系の第 1 の実施例斜視図である。

【図 2】本発明の正立光学系の第 1 の実施例断面図である。

【図 3】本発明の正立光学系の第 1 の 2 の実施例断面図である。

【図 4】本発明の正立光学系像面制御レンズの実施例断面図である。

【図 5】本発明の正立光学系の第 2 の実施例斜視図である。

【図 6】本発明の正立光学系の第 2 の実施例断面図である。

【図 7】本発明の正立光学系の第 3 の実施例斜視断面図である。

【図 8】本発明の正立光学系の第 3 の実施例断面図である。

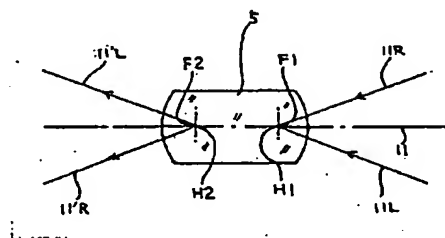
【符号の説明】

- 0 放物面焦点または x-y 軸原点
- 1 対物レンズ
- 2 物体像
- 2' 物体像の虚像
- 2'' 物体像の虚像
- 3 平行化レンズ
- 4 第一の放物面鏡
- 5 像面制御レンズ

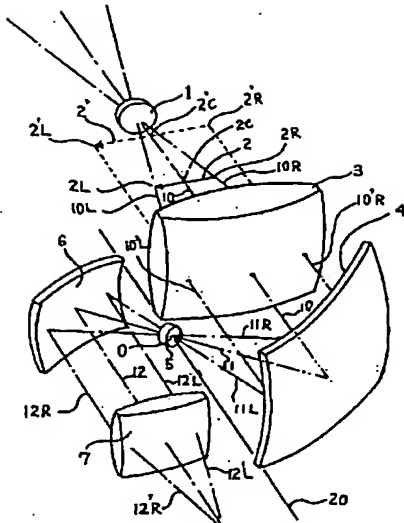
- 5' 像面制御レンズの光軸
- 6 第二の放物面鏡
- 7 接眼レンズ
- 8 第二の放物面鏡により生成される虚像面
- 8' 接眼レンズから観察される虚像面
- 8'' 第二の放物面鏡により生成される虚像面
- 9 像面制御レンズにより生成される実像面
- 10 第一の光軸又は中心主光線
- 10L 主光線
- 10' L 主光線
- 10R 主光線
- 10' R 主光線
- 11 第二の光軸又は中心主光線
- 11L 主光線
- 11R 主光線
- 12 第二の光軸又は中心主光線
- 12L 主光線
- 12R 主光線
- 12' L 主光線
- 12' R 主光線
- 20 y 軸または放物線の軸
- 21 撮影レンズ
- 22 揺動ミラー
- 23 感光面
- 25 ミラー
- 31 第一のプリズム
- 32 第二のプリズム
- 32a プリズム面
- 32b プリズム面
- 30 32c プリズム面
- 33 フレネルミラー
- 34 撮影レンズ光軸

【参考文献】MIL-HDBK-141 13. 10
PRISM DATA SHEET 科学写真便覧 (上)
P300~303 1960 丸善

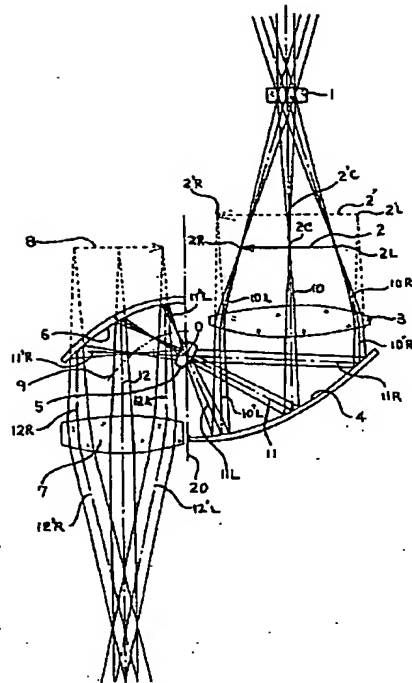
【図 4】



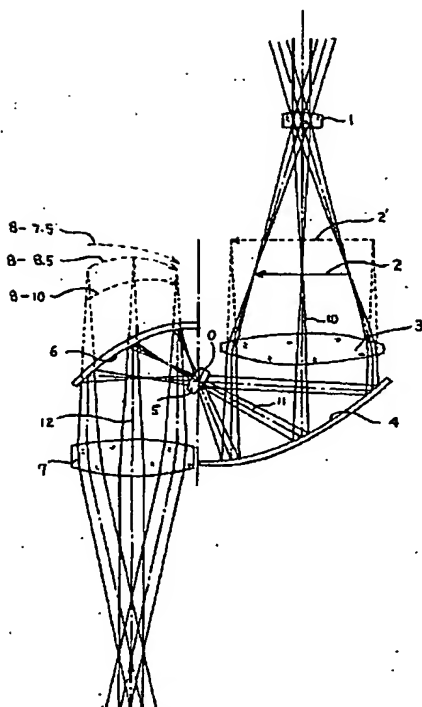
【図1】



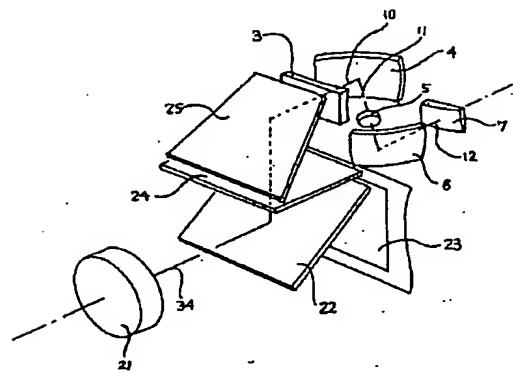
【図2】



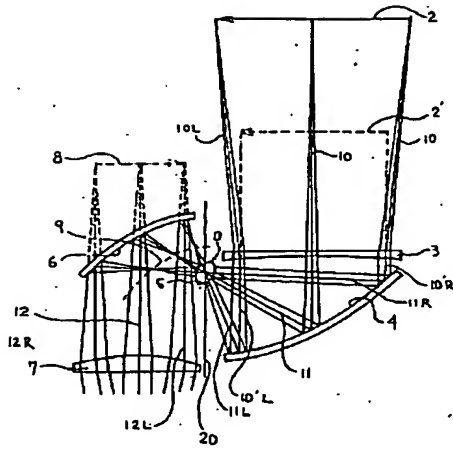
【図3】



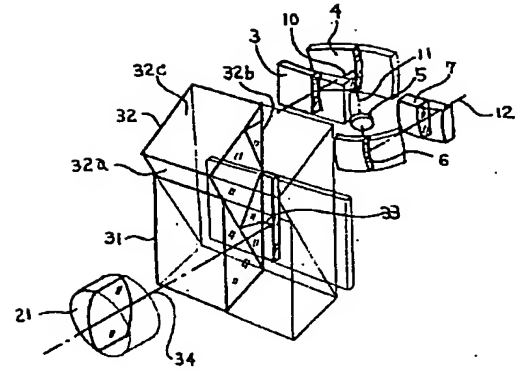
【図5】



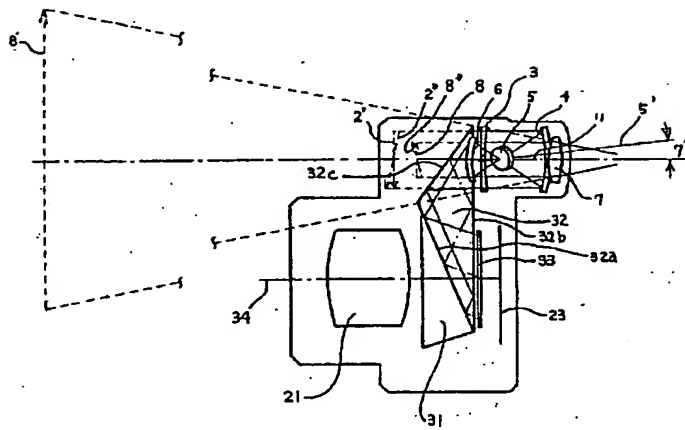
【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.